

أثر استخدام بيانات الأرصاد في إدارة المخاطر على تقليل المخاطر التشغيلية:
دراسة ميدانية على مراكز الأرصاد الجوية في المملكة العربية السعودية

إعداد الطالب/

أبراهيم عبدالله عبدالب / 253000909

إشراف/

د. الفیصل عبد الحمید محمد حسن

د.فايز جراد

العام الدراسي: 2026

٣	.....	مقدمة:
٤	.....	مشكلة الدراسة
٥	.....	أهمية الدراسة:
٧	.....	أهداف الدراسة:
٧	.....	أسئلة الدراسة
٨	.....	فروض الدراسة
٩	.....	الدراسات السابقة:
١٨	.....	الفجوة البحثية
٢٠	.....	المنطلقات النظرية للدراسة:
٢٢	.....	مصطلحات الدراسة
٢٣	.....	المنهجية وطرق البحث:
٢٨	.....	المراجع:

مقدمة:

يُعدّ التغير المناخي من أبرز التحديات التي تواجه المجتمعات البشرية والمؤسسات الاقتصادية على حدٍ سواء في القرن الحادي والعشرين، إذ أدى الارتفاع المتسارع في درجات حرارة الكوكب إلى تحولات جذرية في أنماط الطقس وتزايد ملحوظ في تواتر الظواهر الجوية المتطرفة كالأمطار الغزيرة والعواصف وموجات الحرارة والجفاف الممتد، مما فرض على مختلف القطاعات الاقتصادية إعادة النظر في أدواتها ومنهجياتها التقليدية في التعامل مع المخاطر البيئية والتشغيلية المترتبة على هذه التحولات. وقد أضحت الحاجة ملحة إلى تطوير مقاربات علمية متكاملة تستثمر التقدم الهائل في علوم الأرصاد الجوية والنمذجة المناخية لتعزيز قدرة المؤسسات على التنبؤ بالمخاطر والاستعداد لها بصورة استباقية، ولا سيما في القطاعات الأكثر تأثراً بالتقلبات المناخية كقطاع التأمين الذي يقع في قلب منظومة إدارة المخاطر الاقتصادية (Parisse et al., 2024).

و شهدت البيانات الارصاد أي المعلومات المتعلقة بعناصر الطقس والمناخ كدرجات الحرارة والرطوبة وسرعة الرياح والأمطار والضغط الجوي تطوراً نوعياً في مستويات الدقة والتغطية الزمانية والمكانية بفضل التقدم في تقنيات الاستشعار عن بُعد والنماذج العددية للتنبؤ الجوي. وقد تعددت النماذج العالمية المستخدمة في التنبؤات الارصاد وتفاوتت في مستويات دقتها وموثوقيتها تبعاً للسياقات الجغرافية والزمنية المختلفة، حيث تتنافس نماذج من قبيل النموذج الأوروبي (ECMWF) ونموذج (NEMS) ونموذج (ICON) في تقديم تنبؤات جوية يُمكن توظيفها في مجالات متعددة من بينها إدارة الأزمات والكوارث وتقدير المخاطر المؤسسية (أبو شقير، ٢٠٢٠).

كما أسهم التقدم في تقنيات الذكاء الاصطناعي والتعلم العميق في تعزيز القدرات التنبؤية للنماذج المناخية، حيث أصبح بالإمكان بناء نماذج ديناميكية قادرة على التنبؤ بالعوامل الارصاد وتقييم مخاطرها على الأصول والممتلكات بدرجات دقة تفوق النماذج الإحصائية التقليدية. (Deng et al., 2025)

و تُشكّل إدارة المخاطر التشغيلية ركيزة جوهرية في منظومة الحوكمة والاستقرار المالي للمؤسسات التأمينية والمالية على حدٍ سواء، إذ تُعنى بتحديد المخاطر الناجمة عن القصور في العمليات الداخلية والأنظمة والكوادر البشرية والأحداث الخارجية وتقييمها والاستجابة لها ومتابعتها بصفة مستمرة. وقد حظي هذا المجال باهتمام بحثي متنامٍ في السنوات الأخيرة، حيث تناولته الدراسات من زوايا متعددة

تشمل دور الحوكمة المؤسسية ومسؤوليات مجالس الإدارات وحقوق المساهمين والإفصاح والشفافية والرقابة الداخلية في تخفيض المخاطر التشغيلية بالمؤسسات المالية (مسعود وشهاب، ٢٠٢٤).

وقد تطورت الأساليب المنهجية المستخدمة في تحليل المخاطر التشغيلية تطوراً لافتاً، إذ انتقلت من المقاربات الوصفية والنوعية التقليدية إلى أساليب كمية متقدمة تعتمد على النمذجة الاحتمالية وتحليل العوامل السببية باستخدام أدوات من قبيل الشبكات البايزية التي تُتيح تحليلاً تفسيريّاً قائماً على البيانات للعوامل المُسببة للخسائر التشغيلية وتحديد أنماط التزامن والعدوى بين أنواع المخاطر المختلفة داخل المؤسسة الواحدة. (Cornwell et al., 2023)

وانطلاقاً مما سبق، تأتي هذه الدراسة لنتناول أثر توظيف البيانات الارصاد بأبعادها الأربعة — دقة التنبؤات الجوية وموثوقيتها، وتكامل البيانات الارصاد مع أنظمة الإنذار المبكر، والتحليلات التنبؤية المبنية على النماذج المناخية، والبنية التحتية التقنية لإدارة البيانات الارصاد — على إدارة المخاطر التشغيلية في شركات التأمين المصرية، ساعيةً إلى بناء إطار تحليلي متكامل يُسهم في سد الفجوة القائمة بين الحقلين المعرفيين ويُقدم رؤية علمية وعملية لصنّاع القرار في القطاع التأميني المصري

مشكلة الدراسة

شهدت العقود الأخيرة تصاعداً غير مسبوق في وتيرة الظواهر المناخية المتطرفة وحدّتها على المستويين العالمي والإقليمي، إذ باتت موجات الحرارة الشديدة والأمطار الغزيرة والعواصف الرملية والفيضانات المفاجئة والجفاف الممتد أحداثاً متكررة تتجاوز في تواترها النماذج الإحصائية التاريخية التي اعتمدت عليها مؤسسات التأمين تقليدياً في تسعير وثائقها وتقدير احتياطياتها الفنية، وقد أكدت دراسة Parisse et al. (2024) التي رصدت الاتجاهات المناخية في إقليم كامبانيا الإيطالي خلال الفترة (1981-2021) أن كثيراً من الظواهر التي كانت تُصنّف تاريخياً بوصفها "نادرة" قد أصبحت شائعة بمعدلات تفوق (٣٤) ملم سنوياً في الأمطار الغزيرة، مع ارتفاع أيام الحرارة القصوى لتشمل نحو (٥٠٪) من أيام الصيف، مما يُعيد طرح تساؤلات جوهرية حول مدى كفاية أدوات إدارة المخاطر التقليدية — وعلى رأسها التأمين في مواجهة هذا الواقع المناخي المتغير.

و تتجلى المشكلة البحثية في الفجوة العميقة بين التطور المتسارع في علوم الأرصاد الجوية ونماذج التنبؤ المناخي من جهة، وببطء توظيف هذه المخرجات العلمية في منظومة إدارة المخاطر التشغيلية بشركات التأمين من جهة أخرى. فبينما أثبتت الدراسات العلمية أن دمج المتغيرات الارصاد في نماذج تقدير المخاطر يُحسن دقة التنبؤ بالمطالبات التأمينية بنسب جوهريّة — حيث أظهرت دراسة Adland et al. (2021) على (٤١,٧١٧) رحلة بحرية أن إضافة بيانات الطقس عالية التردد رفعت دقة نماذج التنبؤ بمطالبات تأمين أجسام السفن من (٠.٥٩٢) إلى (0.696) بزيادة بلغت (١٧.٦٪) وفق مقياس AUROC فإن الواقع العملي يكشف أن غالبية شركات التأمين، ولا سيما في الأسواق الناشئة كالسوق المصري، لا تزال تعتمد على مقاربات تقليدية في تحديد المخاطر التشغيلية وتقييمها، دون استثمار حقيقي للبيانات المناخية المتاحة من هيئات الأرصاد الوطنية والنماذج العالمية.

وتتعمق هذه المشكلة في ضوء عدة مؤشرات مقلقة يُمكن رصدها في بيئة قطاع التأمين المصري الذي يضم (٤٠) شركة تأمين وفقاً لبيانات الهيئة العامة للرقابة المالية، إذ لا تتجاوز مساهمته (١٪) من الناتج المحلي الإجمالي مقارنة بنسب تتراوح بين (٦٪-٨٪) في الأسواق المتقدمة. ومن أبرز هذه المؤشرات: غياب وحدات متخصصة في تحليل البيانات الارصاد ضمن الهياكل التنظيمية لمعظم شركات التأمين، وضعف التكامل بين أنظمة الإنذار المبكر الصادرة عن الهيئة العامة للأرصاد الجوية وأنظمة إدارة المخاطر التشغيلية داخل هذه الشركات، ومحدودية استخدام التحليلات التنبؤية المتقدمة القائمة على تقنيات الذكاء الاصطناعي والتعلم العميق في تقدير الخسائر المرتبطة بالأحداث المناخية، فضلاً عن قصور البنية التحتية التقنية اللازمة لتخزين البيانات المناخية ومعالجتها في الزمن الحقيقي.

وبناءً على ما سبق، تتبلور مشكلة الدراسة في التساؤل الجوهري التالي: ما أثر توظيف البيانات الارصاد بأبعادها (دقة التنبؤات الجوية وموثوقيتها، تكامل أنظمة الإنذار المبكر، التحليلات التنبؤية المناخية، البنية التحتية التقنية) على إدارة المخاطر التشغيلية في شركات التأمين السعودية ؟

أهمية الدراسة:

الأهمية العلمية (النظرية)

تكشف مراجعة الدراسات السابقة عن ندرة ملحوظة في البحوث التي تربط بشكل مباشر ومنهجي بين البيانات الارصاد وإدارة المخاطر التشغيلية في قطاع التأمين تحديداً، فمعظم الدراسات تناولت المخاطر التشغيلية من منظور مالي أو حوكمي ، تأتي هذه الدراسة لتُقدم إطاراً تكاملياً يجمع بين الحقلين المعرفيين في نموذج تحليلي واحد.

تُوسع الدراسة الأطر النظرية القائمة (مثل إطار بازل للمخاطر التشغيلية) بإدماج بُعد البيانات الارصاد كمتغير مستقل متعدد الأبعاد، مما يُقدم منظوراً نظرياً جديداً يتجاوز المقاربات التقليدية التي تركز على المخاطر الداخلية فحسب ويُدخل العوامل البيئية الخارجية ضمن منظومة التحليل.

تفتح الدراسة قنوات حوار علمي بين تخصصات الارصاد الجوية وعلوم المناخ من جهة، وعلوم إدارة المخاطر والتأمين من جهة أخرى، وهو حوار ضروري في ظل التحديات المناخية المتصاعدة التي تتطلب مقاربات بحثية عابرة للتخصصات.

الأهمية العملية (التطبيقية)

- تُقدم الدراسة خارطة طريق عملية لشركات التأمين الراغبة في تحديث بنيتها التحتية التقنية لاستيعاب البيانات المناخية ومعالجتها، بما يتسق مع التوجه العالمي نحو التأمين المبني على الاستخدام (Usage-Based Insurance) والتأمين البارامتري المرتبط بمؤشرات مناخية محددة.
- يُمكن لنتائج الدراسة أن تُوجه الهيئات الرقابية على قطاع التأمين في صياغة تعليمات ومعايير تلزم الشركات بدمج البيانات الارصاد ضمن أطر إدارة المخاطر التشغيلية الخاصة بها.
- المساهمة في تحقيق أهداف التنمية المستدامة من خلال تحسين قدرة قطاع التأمين على إدارة المخاطر المناخية، تُسهم الدراسة بشكل غير مباشر في تحقيق الهدف الثالث عشر من أهداف الأمم المتحدة للتنمية المستدامة (العمل المناخي)، والهدف الحادي عشر (مدن ومجتمعات محلية مستدامة)، فضلاً عن تعزيز الشمول المالي عبر توفير منتجات تأمينية أكثر استجابة للمخاطر المناخية.

أهداف الدراسة:

تهدف الدراسة إلى تحليل أثر استخدام البيانات الأرصادية في إدارة المخاطر بأبعادها الأربعة (دقة التنبؤات الجوية وموثوقيتها - تكامل البيانات الأرصادية مع أنظمة الإنذار المبكر - التحليلات التنبؤية المبنية على النماذج المناخية - البنية التحتية التقنية لإدارة البيانات الأرصادية) على تقليل المخاطر التشغيلية في مراكز الأرصاد الجوية بالمملكة العربية السعودية.

ويتفرع من هذا الهدف الرئيسي الأهداف الفرعية التالية:

- التعرف على مستوى دقة التنبؤات الجوية وموثوقيتها المُستخدمة في مراكز الأرصاد الجوية بالمملكة العربية السعودية، وتحليل أثرها على تقليل المخاطر التشغيلية.
- قياس مدى تكامل البيانات الأرصادية مع أنظمة الإنذار المبكر في مراكز الأرصاد الجوية السعودية، وتحديد أثر هذا التكامل على تقليل المخاطر التشغيلية.
- تقييم مستوى استخدام التحليلات التنبؤية المبنية على النماذج المناخية المتقدمة في مراكز الأرصاد الجوية السعودية، وتحليل أثرها على تقليل المخاطر التشغيلية.
- الكشف عن مدى كفاية البنية التحتية التقنية لإدارة البيانات الأرصادية في مراكز الأرصاد الجوية السعودية، وتحديد أثرها على تقليل المخاطر التشغيلية.
- تحديد الأهمية النسبية لكل بُعد من أبعاد استخدام البيانات الأرصادية الأربعة في تأثيره على تقليل المخاطر التشغيلية، والكشف عن البُعد الأكثر تأثيراً والأقل تأثيراً.
- تقديم إطار مقترح يوضح آليات دمج البيانات الأرصادية بأبعادها المختلفة في منظومة إدارة المخاطر التشغيلية بمراكز الأرصاد الجوية السعودية، وصياغة توصيات عملية قابلة للتطبيق تُسهم في تعزيز المرونة المؤسسية والحد من الخسائر التشغيلية المرتبطة بالظواهر المناخية المتطرفة.

أسئلة الدراسة

السؤال الرئيسي

ما أثر توظيف البيانات الارصاد (المناخية والجوية) بأبعادها المتعددة على إدارة المخاطر التشغيلية في شركات التأمين؟

الأسئلة الفرعية

س ١ :ما مستوى دقة التنبؤات الجوية وموثوقيتها المُستخدمة في شركات التأمين من وجهة نظر العاملين في إدارات المخاطر؟ وهل يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لدقة التنبؤات الجوية وموثوقيتها على إدارة المخاطر التشغيلية؟

س ٢ :ما درجة تكامل البيانات الارصاد مع أنظمة الإنذار المبكر في شركات التأمين؟ وهل يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لهذا التكامل على إدارة المخاطر التشغيلية؟

س ٣ :ما مدى استخدام التحليلات التنبؤية المبنية على النماذج المناخية المتقدمة في تقدير المخاطر التشغيلية بشركات التأمين؟ وهل يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لهذه التحليلات على إدارة المخاطر التشغيلية؟

س ٤ :ما مستوى كفاية البنية التحتية التقنية لإدارة البيانات الارصاد في شركات التأمين؟ وهل يوجد أثر ذو دلالة إحصائية لكفاية هذه البنية على إدارة المخاطر التشغيلية؟

فروض الدراسة

الفرض الرئيسي

H_0 : لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) لتوظيف البيانات الارصاد بأبعادها مجتمعة (دقة التنبؤات - تكامل أنظمة الإنذار المبكر - التحليلات التنبؤية المناخية - البنية التحتية التقنية) على إدارة المخاطر التشغيلية في شركات التأمين.

الفروض الفرعية

H₀₁: لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) لدقة التنبؤات الجوية وموثوقيتها على إدارة المخاطر التشغيلية في شركات التأمين.

H₀₂: لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) لتكامل البيانات الارصاد مع أنظمة الإنذار المبكر على إدارة المخاطر التشغيلية في شركات التأمين.

H₀₃: لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) للتحليلات التنبؤية المبنية على النماذج المناخية المتقدمة على إدارة المخاطر التشغيلية في شركات التأمين.

H₀₄: لا يوجد أثر ذو دلالة إحصائية عند مستوى معنوية ($\alpha \leq 0.05$) لكفاية البنية التحتية التقنية لإدارة البيانات الارصاد على إدارة المخاطر التشغيلية في شركات التأمين.

الدراسات السابقة:

المحور الأول: استخدام البيانات الارصاد في إدارة المخاطر وعلاقته بمتغيرات أخرى

دراسة أبو شقير: (2020) استخدام تقنيات التنبؤات الجوية ودورها في إدارة الأزمات والكوارث: دراسة تطبيقية على قطاع غزة. هدفت الدراسة إلى التعرف على أفضل تقنية من التقنيات العالمية المختصة بالتنبؤات الجوية بحيث يمكن الاعتماد عليها والاستفادة من بياناتها في إدارة الأزمات والكوارث في قطاع غزة بجميع مراحلها (التخطيط، الاستعداد، المواجهة)، وذلك في ظل تعرض القطاع للعديد من المؤثرات المناخية المتطرفة كالارتفاع والانخفاض الحاد في درجات الحرارة والرياح العاصفة والفيضانات. استخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي مع إجراء الاختبارات الإحصائية المناسبة لاختبار صحة الفرضيات الموضوعية. لم يُحدّد حجم العينة صراحةً في الملخص المتاح، إلا أن الدراسة اعتمدت على مقارنة أداء عدة نماذج تنبؤية عالمية. وتوصلت النتائج إلى اعتماد النموذج الأوروبي للتنبؤات الجوية متوسطة المدى (ECMWF) باعتباره الأفضل والأدق بين النماذج المستخدمة، كما يمكن اعتبار نموذجي (NEMS) و (ICON) في المرتبة الثانية من حيث الدقة والموثوقية. وأظهرت الدراسة أيضاً وجود ضعف كبير لدى الجهات العاملة في مجال إدارة الأزمات والكوارث بقطاع غزة في متابعة أنظمة التنبؤات الجوية، وعدم مقدرتهم على تحديد مصدر رئيسي كمرجعية موثوقة في مجال التنبؤات. وأوصت

الدراسة بضرورة إنشاء مركز وطني مختص بإدارة الأزمات والكوارث يضم فريقاً متخصصاً بمتابعة التنبؤات الجوية وآخر التحديثات العالمية، والاشتراك بمنظومة ECMWF ومتابعتها باستمرار واعتماد بياناتها في التحذيرات الجوية، مع إيصال التعليمات للمواطنين عبر وسائل الإعلام التقليدية والحديثة لتقليل الخسائر البشرية.

دراسة يوسف: (2023) دور إدارة الأزمات في مواجهة الأزمات البيئية: دراسة تطبيقية على هيئة الإسعاف المصرية. "هدفت الدراسة إلى التعرف على دور مراحل إدارة الأزمات بأبعادها (مرحلة الاستعداد والوقاية، مرحلة المواجهة والاحتواء، مرحلة التعلم واستعادة النشاط) في مواجهة الأزمات البيئية المتنوعة التي تتعرض لها هيئة الإسعاف المصرية، بما يشمل الأزمات المرتبطة بالظواهر الجوية والكوارث الطبيعية. استخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي بأداة الاستبيان لجمع البيانات الأولية، مع الاعتماد على المصادر الثانوية لبناء الإطار النظري. لم يُحدّد حجم العينة بدقة في الملخص المتاح على المنصة. وتوصلت نتائج الدراسة إلى وجود أثر ذي دلالة إحصائية لجميع مراحل إدارة الأزمات في مواجهة الأزمات البيئية، وأن مرحلة الاستعداد المبنية على التنبؤات المسبقة وبيانات الإنذار المبكر الارصاد تُعد الأكثر فاعلية في تقليل آثار الكوارث وتحسين زمن الاستجابة، كما أن ربط خطط الطوارئ بالبيانات البيئية والارصاد يعزز الجاهزية المؤسسية. وأوصت الدراسة بضرورة تعزيز مرحلة الاستعداد والوقاية من خلال دمج البيانات الارصاد والبيئية في منظومة إدارة الأزمات، وتطوير نظم إنذار مبكر فعالة، وعقد برامج تدريبية دورية للعاملين في الهيئة على التعامل مع سيناريوهات الأزمات البيئية المختلفة.

دراسة Adland, et al., (2021): "The value of meteorological data in marine risk assessment." هددت الدراسة إلى التعرف على أثر المتغيرات الارصاد المائية (سرعة الرياح، ارتفاع الموج، اتجاه الرياح، الضغط الجوي السطحي) على احتمالية مطالبات تأمين الهيكل والآلات (Hull & Machinery) للسفن التجارية العابرة للمحيط الهادئ الشمالي، وتقييم مدى تحسين البيانات الارصاد عالية الدقة لنماذج التنبؤ بالمخاطر البحرية. استخدمت الدراسة المنهج الكمي التحليلي باستخدام نموذجين للتعلم الآلي: الانحدار اللوجستي مع تنظيم LASSO وخوارزمية XGBoost، مع إطار SHAP لتفسير النتائج. تكونت العينة من (41,717) رحلة بحرية لأكثر من (٥,٦٣٢) سفينة فريدة، تم دمج مواقعها عبر نظام AIS (نحو ٦٠٠ مليون موقع) مع بيانات الطقس الساعية من قاعدة ERA5 لمشروع كوبرنيكوس الأوروبي، خلال الفترة من يناير ٢٠١٣ إلى أغسطس ٢٠١٩. بلغ عدد المطالبات التأمينية

٨٦ حالة فقط بنسبة ٠.٢٠٦٪ مما يعكس ندرة شديدة في البيانات. وتوصلت النتائج إلى أن إضافة المتغيرات الارصاد حسّنت مقياس AUROC من ٠.٦٦٦ إلى ٠.٧١٦ في الانحدار اللوجستي (بتحسن ٧.٥٪) ومن ٠.٥٩٢ إلى ٠.696 في XGBoost (بتحسن ١٧.٦٪). وكشف تحليل SHAP أن أقصى سرعة رياح وضغط السطح واتجاه الرياح بالنسبة لمقدمة السفينة وارتفاع الموج المعنوي هي العوامل الارصاد الأكثر تأثيراً في التنبؤ بالمطالبات. وأوصت الدراسة بتطوير نموذج تأمين بحري قائم على الاستخدام (Usage-Based Insurance) يربط أقساط التأمين بسلوك الإبحار الفعلي والتعرض للظروف الارصاد.

دراسة Potter et al., (2021): "The benefits and challenges of implementing impact-based severe weather warning systems." والتحديات المؤسسية لتنفيذ أنظمة التحذير من الطقس القاسي المبنية على الأثر (Impact-Based Forecast and Warning – IBFW) من وجهة نظر الأرصاديين والهيدرولوجيين ومديري الطوارئ، بدلاً من أنظمة التحذير التقليدية المبنية على عتبات الظاهرة الجوية فقط. استخدمت الدراسة المنهج النوعي الاستكشافي القائم على المقابلات شبه المنظمة وورش العمل والتحليل الموضوعي (Thematic Analysis) باستخدام برنامج NVivo 10. تكونت العينة من مرحلتين: الأولى (٦ مقابلات مع (٩ خبراء في المملكة المتحدة وفرنسا وسويسرا خلال ديسمبر ٢٠١٤ ويناير ٢٠١٥، والثانية (٣ ورش عمل في نيوزيلندا بين أبريل وأغسطس ٢٠١٥ شارك فيها (٥٨) مشاركاً (٤٠) هيدرولوجياً من جميع هيئات التحذير من الفيضانات، و٩ مديري طوارئ مدنية، و٩ أرصاديين من (MetService) وتوصلت النتائج إلى أربع فوائد رئيسية: تحسين فهم الجمهور للتحذيرات من خلال إضافة سياق الأثر المتوقع، زيادة وعي المنبئين بالظروف السابقة والأخطار المتسلسلة، تقليل الإنذارات الكاذبة والأحداث المفقودة عبر عتبات مبنية على الأثر المحلي، وتعزيز التواصل بين الجهات المعنية. بينما شملت التحديات: صعوبة تحديد ما إذا كان النظام مصمماً للفرد أم المجتمع ككل، إشكالية التحقق من دقة التحذيرات المبنية على الأثر عندما تتجح في تقليل الأضرار، نقص بيانات الأثر وقواعد البيانات المنظمة، وعدم وضوح الأدوار والمسؤوليات بين الهيئات. وأوصت بإنشاء قواعد بيانات وطنية للأثر وتعزيز الشراكة بين هيئات الأرصاد والطوارئ والهيدرولوجيا.

Parisse et al. (2024): "Agro-meteorological hazard analysis for risk management in Campania, Italy." دراسة التوزيع المكاني للأحداث الارصاد المتطرفة ذات الأثر الزراعي في إقليم كامبانيا بجنوب إيطاليا، وتقييم مدى ملائمة سياسات إدارة المخاطر الحالية (المعتمدة شبه حصرياً على التأمين كاستراتيجية لنقل المخاطر) في ضوء التغيرات المناخية المتسارعة. استخدمت الدراسة المنهج الكمي التحليلي بتطبيق مؤشرات أرصادية زراعية متخصصة (مؤشرات الأمطار الغزيرة، الجفاف الشديد، الحرارة القصوى، الصقيع المتأخر) على بيانات إعادة التحليل المناخية (reanalysis datasets) للفترة الممتدة من ١٩٨١ إلى ٢٠٢١. لم تعتمد الدراسة على عينة بشرية بل على بيانات مناخية مكانية زمنية مُجمّعة على مستوى خمس مقاطعات إدارية (Avellino, Benevento, Caserta, Naples, Salerno). وتوصلت النتائج إلى تكثيف عام في الظواهر المتطرفة تكراراً وشدة خلال العقود الأخيرة: تجاوزت معدلات نمو الأمطار الغزيرة المسببة للفيضانات ٣-٤ مم/سنة محلياً، وازداد عدد أشهر الجفاف الشديد والقاسي خاصة خلال موسم النمو، وتجاوزت نسبة أيام درجات الحرارة القصوى (فوق ٣٥ درجة مئوية) أو اقتربت من ٥٠٪ بين يونيو وسبتمبر في معظم المناطق، بينما لم تُكتشف اتجاهات معنوية للصقيع المتأخر. وأوصت الدراسة بأن بعض الظواهر المتطرفة لم تعد استثنائية وبالتالي لم تعد مناسبة لاستراتيجية التأمين وحدها، ودعت إلى تحسين تصميم سياسات إدارة المخاطر بما يعزز مرونة المزارع والتكيف مع تغير المناخ وتنويع أدوات الحماية.

Deng et al. (2025): "Deep learning-based meteorological forecast and dynamic risk assessment for built cultural heritage." دراسة كيفية استخدام نماذج التعلم العميق (LSTM – Long Short-Term Memory) في التنبؤ بالعوامل الارصاد الرئيسية (درجة الحرارة، الرطوبة، هطول الأمطار، سرعة الرياح) وبناء نظام تقييم ديناميكي للمخاطر الارصاد على مباني التراث الثقافي المبني، بدلاً من التقييمات الثابتة التقليدية التي لا تراعي التغيرات الزمنية. استخدمت الدراسة المنهج الكمي التجريبي بتطوير إطار ثلاثي المكونات يجمع بين: التنبؤ الأرصادي بنماذج LSTM، وتقييم هشاشة المباني التراثية، وتحليل التعرض. لم يُذكر حجم عينة بشرية بل استخدمت بيانات أرصادية تاريخية لمواقع تراثية. وتوصلت النتائج إلى أن نماذج LSTM تتفوق بشكل واضح على النماذج الإحصائية التقليدية في دقة التنبؤ بجميع المتغيرات الارصاد المختبرة،

مما يتيح تحديثاً ديناميكياً ومستمرّاً لمستويات المخاطر بدلاً من التقييم اللحظي الثابت. كما أثبتت الدراسة إمكانية دمج هذه التنبؤات مع بيانات الهشاشة والتعرض لإنتاج خرائط مخاطر ديناميكية قابلة للتحديث. وأوصت الدراسة باعتماد تقنيات التعلم العميق كأداة أساسية في منظومات المراقبة الارصاد المستمرة لمواقع التراث الثقافي، ودمجها في خطط إدارة المخاطر الوقائية للمباني التراثية لتمكين اتخاذ إجراءات استباقية قبل وقوع الأضرار بدلاً من الاستجابة اللاحقة.

دراسة Zhang, Li & Wang (2022): "Meteorological risk assessment of major

activities based on risk matrix." الدراسة تهدف إلى التعرف على منهجية موحدة لتقييم المخاطر الارصاد المرتبطة بالأنشطة والفعاليات الكبرى باستخدام أسلوب مصفوفة المخاطر (Risk Matrix) الذي يجمع بين بُعدي احتمالية حدوث الظاهرة الارصاد الخطرة ومستوى شدة تأثيرها على الفعالية. استخدمت الدراسة المنهج الكمي التحليلي القائم على تحليل البيانات الارصاد التاريخية وبناء مصفوفة خماسية الأبعاد تصنف المخاطر من منخفضة جداً إلى عالية جداً. لم تعتمد الدراسة على عينة بشرية بل على بيانات أرصادية تاريخية لمنطقة الدراسة مرتبطة بفترات إقامة الأنشطة الكبرى. وتوصلت النتائج إلى أن المخاطر الارصاد الرئيسية أثناء الأنشطة الكبرى تمثلت في: هطول الأمطار أو الأيام الغائمة في المرتبة الأولى، ثم الرياح القوية النهارية، يليها الضباب والعواصف البصرية، ثم الرياح القوية الليلية، وأن أسلوب مصفوفة المخاطر يوفر إطاراً معيارياً كفوئاً وقابلاً للتكرار يُمكن من ترتيب أولويات المخاطر وتخصيص الموارد الوقائية بناءً على مستوى الخطورة. وأوصت الدراسة بتعميم تطبيق هذه المنهجية لتوحيد عمليات تقييم المخاطر الارصاد في التخطيط للمشاريع والفعاليات الكبرى على المستوى الوطني، وتطوير معايير تصنيف الأثر بحسب طبيعة النشاط وموقعه الجغرافي.

المحور الثاني: تقليل المخاطر التشغيلية وعلاقته بمتغيرات أخرى

دراسة خوجة وآخرون (2022) أثار مؤشرات المخاطر الرئيسية على المخاطر التشغيلية بالتطبيق على شركات التأمين الجزائرية. "هدفت الدراسة إلى التعرف على أثر مؤشرات المخاطر الرئيسية بأبعادها المختلفة (بما يشمل التغيرات في ظروف السوق، والعيوب الاستراتيجية، ومؤشرات أخرى) على المخاطر التشغيلية في شركات التأمين الجزائرية، وذلك ضمن إطار تطبيقي يهدف لفهم العلاقة بين هذه المؤشرات ومستوى المخاطر التشغيلية. استخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي بأداة الاستبانة كمصدر أولي

لجمع البيانات، وتم تفرغها وتحليلها باستخدام برنامج الرزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS (V.20 لتحليل الإحصاء الوصفي، وطريقة المربعات الجزئية الصغرى للمعادلات الهيكلية-PLS (SEM) بالاستعانة ببرنامج SmartPLS v3.2.8 لاختبار نموذج الدراسة وفرضياتها. لم يُحدّد حجم العينة صراحةً في ملخص الدراسة المنشور. وتوصلت نتائج الدراسة إلى وجود أثر إيجابي ودال إحصائياً لجميع مؤشرات المخاطر الرئيسية على المخاطر التشغيلية في شركات التأمين الجزائرية، باستثناء بُعدين اثنين وهما: التغيرات في ظروف السوق والعيوب الاستراتيجية اللذان لم يظهر أثرًا دالاً إحصائياً. وأوصت الدراسة بضرورة تفعيل وظيفة الرقابة الداخلية في شركات التأمين لتعزيز قدرتها على رصد المخاطر التشغيلية مبكراً، وتصميم هيكل تنظيمي مرن قادر على التكيف مع المتغيرات، وتبني نظام حوكمة فعال ومتكامل لتدنية المخاطر التشغيلية التي تتعرض لها هذه الشركات.

دراسة مسعود وشهاب" (2024) الحوكمة المصرفية ودورها في الحد من المخاطر التشغيلية: دراسة تطبيقية على المصرف التجاري الوطني. هدفت الدراسة إلى التعرف على دور الحوكمة المصرفية بأبعادها الخمسة (مسؤوليات مجلس الإدارة، الإفصاح والشفافية، اللجان المنبثقة عن مجلس الإدارة، ضمان حقوق المساهمين، الرقابة والمراجعة الداخلية) في الحد من المخاطر التشغيلية بفروع المصرف التجاري الوطني بمدينة طرابلس الليبية. استخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي بالاعتماد على أداة الاستبيان كأداة رئيسية لجمع البيانات الأولية. تكونت العينة من (121) مفردة تم اختيارها بطريقة عشوائية من موظفي فروع المصرف التجاري الوطني بطرابلس. وتوصلت النتائج إلى أن جميع أبعاد الحوكمة المصرفية لها دور إيجابي ودال في الحد من المخاطر التشغيلية، وجاء ترتيبها حسب الأثر: بُعد ضمان حقوق المساهمين في المرتبة الأولى، يليه مسؤوليات مجلس الإدارة في المرتبة الثانية، ثم اللجان المنبثقة عن مجلس الإدارة في المرتبة الثالثة، فالرقابة والمراجعة الداخلية في المرتبة الرابعة، وأخيراً الإفصاح والشفافية. وأوصت الدراسة بالعمل على زيادة مستوى الوعي بالحوكمة داخل الإدارة العليا وعلى المستويات المختلفة بالمصرف، وضرورة تطبيق الحوكمة المصرفية على نطاق واسع للإسهام في زيادة كفاءة الأداء وتعزيز قدرة المصرف على إدارة المخاطر التشغيلية، ومضاعفة قدرة مجلس الإدارة على الرقابة الداخلية.

دراسة أبو المليح وآخرون " (2025) المراجعة المستمرة ودورها في تقليل مخاطر التشغيل الإلكتروني: دراسة ميدانية على شركات التأمين بسوق الخرطوم للأوراق المالية." هدفت الدراسة إلى التعرف على دور المراجعة المستمرة (Continuous Audit) في تقليل مخاطر التشغيل الإلكتروني في شركات التأمين السودانية المدرجة بسوق الخرطوم للأوراق المالية، وذلك في ظل التوسع في استخدام التشغيل الإلكتروني ونشر التقارير المالية عبر الإنترنت وما يترتب عليه من مخاطر فقدان البيانات والهجمات الإلكترونية. استخدمت الدراسة أربعة مناهج: المنهج التاريخي لتتبع الدراسات السابقة، والمنهج الاستنباطي لصياغة الفرضيات، والمنهج الاستقرائي لاختبارها، والمنهج الوصفي التحليلي لتحليل البيانات الميدانية باستخدام أداة الاستبانة كمصدر أولي والكتب والدوريات والرسائل الجامعية كمصادر ثانوية. الحدود الزمنية للدراسة ٢٠٢٠-٢٠٢٤ والحدود المكانية شركات التأمين بسوق الخرطوم. لم يُحدّد حجم العينة صراحة في الملخص المنشور. وتوصلت النتائج إلى وجود علاقة ذات دلالة إحصائية بين المراجعة المستمرة وتقليل مخاطر التشغيل الإلكتروني، وأن المراجعة المستمرة تساعد في الكشف المبكر عن الأخطاء والمخاطر المحتملة المرتبطة بأنظمة التشغيل الإلكتروني. وأوصت بتعزيز فاعلية المراجعة المستمرة من خلال تكامل التكنولوجيا مع الممارسات المحاسبية التقليدية، وتحديث معايير المراجعة لتشمل تقنيات حديثة كالذكاء الاصطناعي والبرمجيات المتطورة، وتحقيق تعاون مؤسسي بين أقسام المراجعة وتكنولوجيا المعلومات.

دراسة وهدان " (2024) أثر التدقيق الداخلي في الحد من المخاطر التشغيلية في البنوك الإسلامية العاملة في فلسطين." هدفت الدراسة إلى التعرف على دور المدقق الداخلي بأبعاده (كفاءة المدقق الداخلي، الصلاحيات الممنوحة للمدقق، شمولية عمل المدقق، ضوابط الرقابة الداخلية) في الحد من المخاطر التشغيلية في ثلاثة بنوك إسلامية عاملة في فلسطين، وهي: البنك الإسلامي العربي، والبنك الإسلامي الفلسطيني، ومصرف الصفا. استخدمت الدراسة المنهج الوصفي التحليلي لوصف وتحليل متغيرات الدراسة، بالاعتماد على المصادر الثانوية (كتب، دوريات، دراسات سابقة) لبناء الإطار النظري، والمصادر الأولية من خلال بناء استبانة صُممت خصيصاً لأغراض البحث. تكونت العينة من (٢٥) استبانة وُرِعت على المدققين الداخليين في البنوك الثلاثة، وتم استرداد (٢٣) استبانة صالحة للتحليل. وتوصلت النتائج إلى وجود دور مهم وإيجابي للتدقيق الداخلي في الحد من المخاطر التشغيلية، تحديداً: كفاءة المدقق الداخلي لها تأثير إيجابي في الحد من مخاطر التشغيل، والصلاحيات الممنوحة للمدقق

لعبت أثراً إيجابياً، كما أن مراجعة ضوابط الرقابة الداخلية وعنصر الشمولية في عمل المدقق لهما دور فعال. وأوصت الدراسة بضرورة تعيين عدد كافٍ من المدققين الداخليين المؤهلين الحاملين لشهادات متخصصة، وتوفير التدريب المستمر، ومنح الصلاحيات اللازمة للمدققين، وقيام دائرة التدقيق بتقييم عمل دائرة إدارة المخاطر بشكل دوري.

دراسة الكلش: (2025) إدارة المخاطر في القطاع المصرفي: دراسة شاملة للمخاطر المالية وغير المالية وأثرها على الاستقرار. "هدفت الدراسة إلى التعرف على أنواع المخاطر المتعددة التي يتعرض لها القطاع المصرفي بأبعادها المالية (مخاطر الائتمان، مخاطر السوق، مخاطر السيولة) وغير المالية (مخاطر التشغيل، المخاطر القانونية، المخاطر الاستراتيجية، مخاطر السمعة)، واستعراض استراتيجيات إدارتها وأثر ذلك على استقرار البنوك واستدامتها. استخدمت الدراسة المنهج الاستعراضي التحليلي (Literature Review)، فهي دراسة مراجعة شاملة نظرية لا تعتمد على جمع بيانات أولية ميدانية. لا تتضمن الدراسة عينة أو بيانات تجريبية محددة كونها بحثاً مراجعياً يستعرض الأدبيات والدراسات والتقارير السابقة في مجال إدارة المخاطر المصرفية. وتوصلت الدراسة إلى أن البنوك تتعرض لتشكيلة واسعة من المخاطر المتداخلة، وأن المخاطر التشغيلية الناجمة عن فشل الأنظمة أو الإجراءات الداخلية تهدد الاستقرار المصرفي بشكل جوهري، وأن تطبيق استراتيجيات التحوط وتنويع الاستثمارات وضمان الامتثال للمتطلبات التنظيمية يُحسن استقرار البنك ويعزز قدرته على اتخاذ القرارات المالية السليمة ويقلل الخسائر المحتملة ويحافظ على رأس المال ويرفع ثقة العملاء والمستثمرين. وأوصت الدراسة بضرورة تبني إدارة مخاطر شاملة ومتكاملة تغطي جميع أنواع المخاطر في القطاع المصرفي.

Sanford et al., (2022): "The role of data analytics within operational risk management: A systematic review from the financial services and energy sectors." هدفت الدراسة إلى التعرف على كيفية استخدام تحليلات البيانات وأنواعها (وصفية، تشخيصية، تنبؤية، توجيهية) والبيانات المستخدمة في إدارة المخاطر التشغيلية عبر قطاعي الخدمات المالية (بنوك، تأمين) والطاقة والموارد الطبيعية (نفط وغاز، تعدين)، وتحديد مسارات البحث المستقبلية. استخدمت الدراسة منهج المراجعة المنهجية للأدبيات (Systematic Literature Review – SLR) مع تحليل ببليومتري باستخدام حزمة Bibliometrix R وتحليل محتوى يدوي. تكونت العينة الأولية من (٢,٥٣٨) منشوراً علمياً من قواعد Scopus و Web of Science، صُفِّيت بعملية تنقيح مرحلتين إلى

(١٩١) دراسة ذات صلة خضعت للتحليل التفصيلي (منها ٤٠.٣٪ أوراق مؤتمرات). وتوصلت الدراسة إلى خمسة محاور بحثية أساسية: تحديد المخاطر (١١٪)، العوامل السببية (٢٥٪)، تكمية المخاطر (17٪)، التنبؤ بالمخاطر (٢١٪)، واتخاذ قرارات المخاطر (٦٪). وكشفت أن دراسات قطاع الطاقة تركز على تشخيص العوامل السببية والتنبؤ بحوادث السلامة والمعدات، بينما تطبيقات الخدمات المالية أكثر نضجاً في تكمية المخاطر (تقدير رأس المال وفق بازل). وأوصت بتبني منظور متعدد المخاطر بدلاً من المنظور الجزئي، وتطوير نماذج تعلم آلي متقدمة واستخدام شبكات بايزية لفهم العلاقات السببية المعقدة.

Cornwell et al., (2023): "Modernising operational risk management in financial institutions via data-driven causal factors analysis: A pre-registered study." تهدف الدراسة إلى التعرف على جدوى استخدام الشبكات البايزية (Bayesian Networks) كأداة كمية مبنية على البيانات للتحليل السببي لعوامل المخاطر التشغيلية في المؤسسات المالية، ومقارنة نموذج المخاطر المتعددة بالنماذج أحادية المخاطر. استخدمت الدراسة المنهج الكمي التحليلي ضمن تصميم مسجل مسبقاً (Pre-registered) في مجلة Pacific-Basin Finance Journal ، حيث بُنيت أربعة نماذج شبكات بايزية (BN1-BN4) بمتوسط ٥,٠٠٠ شبكة مدربة لكل نموذج. تكونت العينة من (١٣,٥٦٢) مكالمات مُراجَعة (audited calls) تتعلق بـ (531) مستشاراً في شركة تأمين أسترالية خلال الفترة من يناير ٢٠١٩ إلى يونيو 2021، مع تحديد (١,٠٣٩) حالة عدم امتثال من ثلاثة أنواع: تقديم معلومات منتج غير صحيحة (٤.٠٥٪)، عدم اتباع المتطلبات التشريعية العامة (2.04٪) ، وعدم اتباع متطلبات تسجيل المكالمات (١.٥٧٪). وتوصلت النتائج إلى أن النموذج متعدد المخاطر (BN4) يتفوق باستمرار على النماذج أحادية المخاطر في دقة التنبؤ لجميع أنواع الحوادث، ويكشف عن ظاهرة عدوى المخاطر بين أنواع الحوادث المختلفة، وأن عوامل مثل القسم ومجموعة العمل والخبرة السابقة هي الأكثر تأثيراً. وأوصت بتبني التحليل السببي القائم على البيانات في إدارة المخاطر التشغيلية وتصميم ضوابط ذكية تستهدف العوامل الأكثر انتشاراً وتأثيراً.

Mahembe & Mutezo (2025): "Operational risk management during disasters: A case of South African tourism small businesses." دراسة تهدف إلى التعرف على إمكانية تطوير وتقييم إطار مُبسَّط لإدارة المخاطر التشغيلية يتناسب مع طبيعة المشاريع الصغيرة والمتناهية الصغر والمتوسطة (SMMEs) في قطاع السياحة لإدارة تعرضها لمخاطر الكوارث مثل جائحة كوفيد-١٩، وذلك كبديل عن أطر مثل ISO 31000 التي ثبت أنها معقدة ومكثفة الموارد بالنسبة لهذه المشاريع. يتألف الإطار المقترح من ثلاث مراحل: تحديد المخاطر/الاستعداد للكوارث، تحليل المخاطر/التعلم من الكوارث، ومعالجة المخاطر/بناء المرونة المؤسسية. استخدمت الدراسة المنهج الكمي بأسلوب نمذجة المعادلات الهيكلية (SEM) لاختبار فاعلية الإطار، وتحليل الارتباط، وتحليل التباين (ANOVA) لتقييم قابلية تطبيقه عبر أحجام وأعمار وقطاعات فرعية مختلفة. تكونت العينة من (208) مشروعاً سياحياً صغيراً ومتوسطاً في جنوب إفريقيا. وتوصلت النتائج من تحليلي الارتباط و SEM إلى فاعلية الإطار المقترح في تفسير الاستعداد للكوارث والتعلم والمرونة، بينما أظهر تحليل ANOVA أن الإطار قابل للتطبيق بالتساوي عبر القطاعات الفرعية السياحية، لكنه ليس متساوياً عبر عمر المشروع وحجمه: المشاريع الأكبر والأقدم كانت أقدر على تنفيذ التعلم من الكوارث وبناء المرونة مقارنة بالمشاريع الأصغر والأحدث. وأوصت بتوفير أدوات إدارة مخاطر مبسطة وبرامج تدريب حكومية موجهة للمشاريع الصغيرة.

الفجوة البحثية

تتفق الدراسة الحالية مع عدد من الدراسات السابقة في جوانب متعددة تتصل بالهدف العام والمنهجية المستخدمة وبيئة التطبيق. فمن حيث الهدف البحثي، تتقاطع الدراسة الحالية مع دراسة مسعود وشهاب (٢٠٢٤) ودراسة خوجة وحسيبة (٢٠٢٢) ودراسة وحدان (٢٠٢٤) في سعيها جميعاً إلى تحليل العوامل المؤثرة على إدارة المخاطر التشغيلية في المؤسسات المالية والتأمينية، وإن اختلفت طبيعة المتغير المستقل في كل منها. كما تلقت مع دراسة Cornwell et al. (2023) ودراسة Adland et al. (2021) في التأكيد على أهمية توظيف البيانات والتحليلات المتقدمة في تحسين دقة تقدير المخاطر التشغيلية والتأمينية، وتتفق مع دراسة أبو شقير (٢٠٢٠) ودراسة Potter et al. (2021) ودراسة Zhang et al. (2022) في اهتمامها بالبيانات الارصاد وأنظمة الإنذار المبكر وتقييم المخاطر المناخية. أما من حيث المنهجية، فتتفق الدراسة الحالية مع غالبية الدراسات السابقة في اعتمادها على المنهج الوصفي

التحليلي، إذ استخدمت دراسة مسعود وشهاب (٢٠٢٤) ودراسة وحدان (٢٠٢٤) ودراسة أبو شقير (٢٠٢٠) ودراسة خوجة وحسيبة (٢٠٢٢) المنهج ذاته، كما تتفق مع هذه الدراسات في استخدام الاستبانة أداة رئيسية لجمع البيانات الأولية ومعالجتها إحصائياً. وفيما يخص بيئة التطبيق، تتقاطع الدراسة الحالية مع دراسة (Cornwell et al. (2023 في تطبيقها على قطاع التأمين تحديداً، ومع دراسة مسعود وشهاب (٢٠٢٤) ودراسة وحدان (٢٠٢٤) ودراسة كلش (٢٠٢٥) في تركيزها على المؤسسات المالية في البيئة العربية، كما تتفق مع دراسة (Parisse et al. (2024 ودراسة (Deng et al. (2025 في اهتمامها بالسياق المناخي وأثره على المخاطر المؤسسية.

تتميز الدراسة الحالية عن الدراسات السابقة في عدة جوانب جوهرية تمنحها إضافة علمية واضحة. فمن حيث الهدف البحثي، تتفرد هذه الدراسة بالربط المنهجي المباشر بين توظيف البيانات الارصاد — كمتغير مستقل متعدد الأبعاد وإدارة المخاطر التشغيلية كمتغير تابع في نموذج تحليلي واحد، وهو ما لم تتناوله أي من الدراسات السابقة المستعرضة بهذه الصورة التكاملية؛ إذ ركزت دراسة مسعود وشهاب (٢٠٢٤) على أبعاد الحوكمة، وتناولت دراسة خوجة وحسيبة (٢٠٢٢) مؤشرات المخاطر الرئيسية، وبحثت دراسة وحدان (٢٠٢٤) دور المراجعة الداخلية، بينما اقتصرت دراسة (Adland et al. (2021 على المخاطر البحرية دون ربطها بإطار إدارة المخاطر التشغيلية المؤسسية، واكتفت دراسة أبو شقير (٢٠٢٠) بالمقارنة بين نماذج التنبؤ دون تطبيقها على القطاع التأميني.

فتختلف الدراسة الحالية عن دراسة (Cornwell et al. (2023 التي اعتمدت على الشبكات البايزية وبيانات ثانوية مؤرشفة، وعن دراسة (Adland et al. (2021 التي استخدمت نماذج الانحدار اللوجستي وخوارزمية XGBoost على بيانات ملاحية ومناخية ضخمة، وعن دراسة (Potter et al. (2021 التي تبنت منهجاً نوعياً قائماً على المقابلات وورش العمل، إذ تعتمد الدراسة الحالية على استبانة ميدانية مُحكّمة تستهدف قياس تصورات العاملين وتحليلها بأساليب الانحدار المتعدد. وفيما يتعلق ببيئة التطبيق، تتميز الدراسة الحالية بتطبيقها على شركات التأمين المصرية البالغ عددها (٤٠) شركة وهي بيئة لم تُدرس في هذا السياق التكاملي من قبل، خلافاً لدراسة (Cornwell et al. (2023 التي طُبقت في أستراليا، ودراسة (Mahembe and Mutezo (2025 في جنوب أفريقيا، ودراسة (Hudáková et al. (2023 في دول أوروبا الوسطى، ودراسة مسعود وشهاب (٢٠٢٤) على القطاع المصرفي الليبي،

ودراسة وحدان (٢٠٢٤) على المصارف الإسلامية الفلسطينية، مما يُضفي على الدراسة الحالية خصوصية سياقية تُثري الأدبيات العربية في هذا الحقل البحثي الناشئ.

المنطلقات النظرية للدراسة:

أولاً: الإطار المفاهيمي للبيانات الارصاد

تشكل البيانات الارصاد المحور الأساسي الذي تنطلق منه هذه الدراسة في تحليل العلاقة بين المعلومات المناخية وإدارة المخاطر التشغيلية في قطاع التأمين. ويُقصد بالبيانات الارصاد مجموعة المعلومات الكمية والنوعية المتعلقة بعناصر الطقس والمناخ، والتي تشمل درجات الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الرياح واتجاهها وكميات الأمطار والضغط الجوي وارتفاع الأمواج والإشعاع الشمسي، ويتم جمعها من خلال شبكات محطات الرصد الأرضية والأقمار الاصطناعية ورادارات الطقس وعوامات المحيطات، ثم تُعالج بواسطة نماذج عددية حاسوبية لإنتاج تنبؤات جوية قصيرة ومتوسطة وطويلة المدى. وقد تعددت النماذج العالمية المستخدمة في هذا المجال وتفاوتت في بنيتها الرياضية ودقتها المكانية وأفقها الزمني، ومن أبرزها النموذج الأوروبي للتنبؤات الجوية المتوسطة المدى (ECMWF) الذي يُعدّ من أكثر النماذج دقة وموثوقية على المستوى العالمي، إلى جانب نماذج أخرى كنموذج (NEMS) ونموذج (ICON) اللذين يحتلان مكانة متقدمة في التنبؤات الإقليمية (أبو شقير، ٢٠٢٠).

وقد أحدث التقدم في تقنيات الذكاء الاصطناعي والتعلم العميق نقلة نوعية في قدرات التنبؤ الأرصادي، حيث أصبحت الشبكات العصبية العميقة ولا سيما شبكات الذاكرة الطويلة قصيرة المدى (LSTM) قادرة على التقاط الأنماط الزمنية المعقدة في البيانات المناخية وإنتاج تنبؤات تفوق في دقتها النماذج الإحصائية التقليدية، مما أتاح بناء خرائط مخاطر ديناميكية تتحدث آنياً مع تغير الظروف الجوية (Deng et al., 2025). وفي السياق ذاته، تطورت مفاهيم التنبؤ الجوي المبني على الأثر (Impact-Based Forecasting) التي تتجاوز التنبؤ بالظواهر الجوية ذاتها إلى التنبؤ بآثارها المحتملة على البشر والممتلكات والبنية التحتية، وهو ما يُعزز من قيمة البيانات الارصاد بوصفها أداة لصنع القرار المؤسسي وليس مجرد معلومات وصفية عن حالة الطقس. (Potter et al., 2021).

ثانياً: الإطار المفاهيمي لإدارة المخاطر التشغيلية

تحتل إدارة المخاطر التشغيلية مكانة محورية في الأدبيات المالية والتأمينية المعاصرة، وقد تبلور مفهومها بصورة واضحة مع صدور اتفاقيات بازل المتعاقبة التي وضعت أطراً معيارية لتحديد المخاطر التشغيلية وقياسها وإدارتها في المؤسسات المالية. وتُعرّف المخاطر التشغيلية وفقاً لإطار بازل الثاني بأنها مخاطر الخسارة الناتجة عن عدم كفاية أو إخفاق العمليات الداخلية أو الأفراد أو الأنظمة أو الأحداث الخارجية، وهو تعريف يتسع ليشمل الأخطاء البشرية وأعطال التقنية والاحتيايل والكوارث الطبيعية والتغيرات التنظيمية والقانونية. وتتعدد مصادر المخاطر التشغيلية في المؤسسات المالية والتأمينية لتشمل الإخفاقات في أنظمة المعلومات، والقصور في الرقابة الداخلية، والأخطاء في عمليات الاكتتاب والتسعير، والتأخر في تسوية المطالبات، فضلاً عن المخاطر الناجمة عن الأحداث الخارجية كالكوارث الطبيعية المرتبطة بالتقلبات المناخية (كلش، 2025)

وتقوم إدارة المخاطر التشغيلية على عملية منهجية متكاملة تبدأ بمرحلة تحديد المخاطر وتصنيفها وفق طبيعتها ومصادرها، ثم مرحلة تقييمها وقياس احتمالات وقوعها وحجم أثرها المتوقع باستخدام أدوات كمية ونوعية متنوعة كمصفوفات المخاطر والنماذج الاحتمالية (Zhang et al., 2022)، تليها مرحلة الاستجابة التي تتضمن اختيار الاستراتيجية المناسبة للتعامل مع كل خطر سواء بالتجنب أو التخفيف أو التحويل أو القبول، وأخيراً مرحلة المتابعة والمراقبة المستمرة التي تضمن فاعلية الإجراءات المتخذة وتحديثها في ضوء المستجدات. وقد أكدت الأدبيات أن فاعلية هذه العملية ترتبط ارتباطاً وثيقاً بعدة عوامل مؤسسية من بينها كفاءة الحوكمة ومسؤوليات مجلس الإدارة وحقوق المساهمين والإفصاح والشفافية ونظم الرقابة الداخلية (مسعود وشهاب، ٢٠٢٤)، وكذلك بكفاءة المراجعة الداخلية ومستوى تأهيل المراجعين والصلاحيات الممنوحة لهم ونطاق عمليات المراجعة وشمولها (وحدان، ٢٠٢٤).

وقد شهدت منهجيات إدارة المخاطر التشغيلية تحولاً نوعياً مع ظهور المقاربات القائمة على البيانات والتحليلات المتقدمة، إذ أتاحت تقنيات الشبكات البايزية والتعلم الآلي تحليل العوامل السببية للمخاطر التشغيلية بدقة أعلى وتحديد أنماط التزامن والعدوى بين أنواع الحوادث المختلفة، مما يُوفر رؤية أكثر شمولاً لصناع القرار مقارنة بالأساليب التقليدية التي تُعالج كل نوع من المخاطر بمعزل عن غيره (Cornwell et al., 2023). كما أظهرت الدراسات أن التحول الرقمي بشكل عام يُسهم في تخفيض

المخاطر التشغيلية من خلال تحسين كفاءة سلاسل الإمداد وتعزيز القدرة على المراقبة والاستجابة في الزمن الحقيقي. (Yin et al., 2024)

مصطلحات الدراسة

البيانات الارصاد (Meteorological Data): تُعرّف إجرائياً في هذه الدراسة بأنها مجموع المعلومات الكمية المتعلقة بعناصر الطقس والمناخ — كدرجات الحرارة والأمطار والرياح والضغط الجوي — التي يتم جمعها من مصادر رصد متعددة ومعالجتها عبر نماذج عددية لإنتاج تنبؤات جوية يُمكن توظيفها في تقدير المخاطر واتخاذ القرارات المؤسسية في شركات التأمين، وتُقاس من خلال أربعة أبعاد هي: دقة التنبؤات، وتكامل أنظمة الإنذار المبكر، والتحليلات التنبؤية المناخية، والبنية التحتية التقنية.

دقة التنبؤات الجوية وموثوقيتها (Forecast Accuracy and Reliability): تُعرّف إجرائياً بأنها الدرجة التي تتطابق عندها مخرجات النماذج المناخية المستخدمة مع الظروف الجوية الفعلية، من حيث نوع الظاهرة وشدها وتوقيتها وموقعها الجغرافي، وتُقاس من خلال تقديرات المستجيبين لمستوى دقة النماذج المعتمدة واعتمادية مخرجاتها في قراراتهم التشغيلية.

تكامل أنظمة الإنذار المبكر (Early Warning Systems Integration): يُعرّف إجرائياً بأنه مدى الترابط المؤسسي والتقني بين البيانات الارصاد الواردة من هيئات الأرصاد ونماذج التنبؤ العالمية وبين أنظمة التحذير والاستجابة الداخلية في شركة التأمين، بما يضمن وصول المعلومات المناخية الحرجة إلى الإدارات المعنية في الوقت المناسب.

التحليلات التنبؤية المناخية (Climate-Based Predictive Analytics): تُعرّف إجرائياً بأنها استخدام تقنيات التحليل الإحصائي المتقدم والذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي في استثمار البيانات الارصاد التاريخية والآنية لبناء نماذج كمية تُقدّر احتمالات الخسائر التشغيلية المرتبطة بالظواهر المناخية وتُصنّف المخاطر وفق مستويات خطورة متدرجة.

البنية التحتية التقنية (Technical Infrastructure): تُعرّف إجرائياً بأنها مجموع الموارد التقنية والبشرية المتاحة لدى شركة التأمين لاستقبال البيانات الارصاد وتخزينها ومعالجتها وتحديثها، وتشمل

الأنظمة الحاسوبية والبرمجيات المتخصصة والقدرات الحوسبية وشبكات الاتصال والكوادر المؤهلة لتشغيلها.

إدارة المخاطر التشغيلية: (Operational Risk Management) تُعرّف إجرائياً بأنها العملية المنهجية المتكاملة التي تتبناها شركة التأمين لتحديد المخاطر الناجمة عن القصور في العمليات الداخلية والأنظمة والأفراد والأحداث الخارجية — بما فيها الأحداث المناخية — وتقييمها وقياسها والاستجابة لها ومتابعتها بصفة مستمرة بهدف تقليل الخسائر التشغيلية وتعزيز المرونة المؤسسية، وتُقاس من خلال محور أحادي يتضمن (12) فقرة في أداة الدراسة.

شركات التأمين المصرية: (Egyptian Insurance Companies) يُقصد بها في هذه الدراسة جميع الشركات العاملة في نشاط التأمين بجمهورية مصر العربية والمرخصة من الهيئة العامة للرقابة المالية، والبالغ عددها (40) شركة تأمين، سواء كانت تعمل في تأمينات الممتلكات والمسؤوليات أو تأمينات الأشخاص وتكوين الأموال أو التأمين المتخصص.

المنهجية وطرق البحث:

سوف تعتمد الدراسة الحالية على **المنهج الوصفي التحليلي** باعتباره المنهج الأكثر ملاءمة لطبيعة الموضوع وأهدافه، إذ يُتيح هذا المنهج وصف الظاهرة محل الدراسة — المتمثلة في أثر توظيف البيانات الارصاد على إدارة المخاطر التشغيلية في شركات التأمين — وصفاً دقيقاً وشاملاً كما هي في الواقع، ثم تحليل العلاقات الارتباطية والسببية بين متغيراتها وفق أساليب إحصائية متقدمة. وسيُمكن هذا المنهج الباحث من تجاوز مرحلة الوصف السطحي إلى التحليل المعمق للعلاقات بين الأبعاد الأربعة للمتغير المستقل (دقة التنبؤات الجوية، تكامل أنظمة الإنذار المبكر، التحليلات التنبؤية المناخية، البنية التحتية التقنية) والمتغير التابع (إدارة المخاطر التشغيلية)، واختبار الفروض الإحصائية المصاغة بصورة علمية دقيقة.

وسيتضمن الجانب النظري للدراسة مراجعة منهجية ومعقّدة للأدبيات والدراسات السابقة العربية والأجنبية ذات الصلة بمتغيرات الدراسة، بهدف بناء الإطار المفاهيمي والنظري الذي تستند إليه الدراسة. أما الجانب الميداني فسيتم من خلال تصميم استبانة مُحكّمة وتوزيعها على عينة ممثلة من مجتمع الدراسة،

ومن ثم جمع البيانات الأولية وتفريغها ومعالجتها إحصائياً باستخدام برنامج الحزم الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS) للوصول إلى نتائج قابلة للتعميم والاستدلال.

ثانياً: مجتمع وعينة الدراسة

سيتكون مجتمع الدراسة من جميع العاملين في الإدارات ذات الصلة المباشرة بمتغيرات الدراسة في شركات التأمين العاملة في جمهورية مصر العربية، والبالغ عددها (٤٠) شركة تأمين وفقاً لبيانات الهيئة العامة للرقابة المالية، منها (٢٢) شركة تأمينات ممتلكات ومسؤوليات و (١٤) شركة تأمينات أشخاص وتكوين أموال، بالإضافة إلى (٤) شركات تأمين متخصصة. ويشمل مجتمع الدراسة تحديداً العاملين في إدارات المخاطر، وإدارات الاكتتاب، وإدارات التعويضات، وإدارات تقنية المعلومات، وإدارات المراجعة الداخلية في هذه الشركات، باعتبارهم الفئة الأكثر احتكاكاً بتوظيف البيانات الارصاد وإدارة المخاطر التشغيلية.

وسيتم اختيار عينة الدراسة بأسلوب **العينة الطبقية العشوائية** لضمان تمثيل جميع أنواع شركات التأمين (ممتلكات - أشخاص - متخصصة) ومختلف الإدارات المستهدفة بشكل متناسب. وسيقدّر الحد الأدنى لحجم العينة وفقاً لمعادلة ستيفن ثامبسون (Steven Thompson) بمستوى ثقة (٩٥٪) وهامش خطأ (5%)، حيث سيسعى الباحث إلى توزيع ما لا يقل عن (٣٥٠) استبانة على العاملين في الإدارات المذكورة عبر (١٥) شركة تأمين على الأقل تمثل مختلف الشرائح، مع استهداف استرداد ما لا يقل عن (٣٠٠) استبانة صالحة للتحليل الإحصائي. وسيراعى في اختيار العينة تنوع المتغيرات الديموغرافية (المؤهل العلمي، سنوات الخبرة، المسمى الوظيفي، حجم الشركة) بما يُعزز إمكانية تعميم النتائج وإجراء المقارنات المطلوبة.

مصادر جمع البيانات

ستعتمد الدراسة على نوعين رئيسيين من مصادر البيانات. **المصادر الثانوية:** وتشمل الكتب والمراجع العلمية العربية والأجنبية، والرسائل الجامعية (ماجستير ودكتوراه)، والدوريات والمجلات العلمية المحكمة، والتقارير الصادرة عن الهيئة العامة للرقابة المالية والاتحاد المصري للتأمين، وقواعد البيانات الإلكترونية مثل (Scopus, Web of Science, Google Scholar)، وذلك بهدف بناء الإطار النظري والمفاهيمي للدراسة وتحديد الفجوة البحثية. **المصادر الأولية:** وتتمثل في البيانات الميدانية التي سيتم

جمعها من خلال استبانة مُصممة خصيصاً لأغراض هذه الدراسة، تستهدف آراء وتصورات العاملين في الإدارات المعنية بشركات التأمين المصرية حول أبعاد توظيف البيانات الارصاد ومستوى إدارة المخاطر التشغيلية.

أداة الدراسة (الاستبانة)

سيتم تصميم استبانة مُحكّمة كأداة رئيسية لجمع البيانات الأولية، وستكون من ثلاثة أقسام رئيسية على النحو التالي:

القسم الأول: البيانات الديموغرافية

سيتضمن هذا القسم (٤) أسئلة تتعلق بالخصائص الشخصية والوظيفية للمستجيبين وهي: المؤهل العلمي، وسنوات الخبرة، والمسمى الوظيفي، وحجم الشركة.

القسم الثاني: المتغير المستقل (توظيف البيانات الارصاد) — (١٦) فقرة

البُعد	عدد الفقرات
دقة التنبؤات الجوية وموثوقيتها	(4) فقرات
تكامل البيانات الارصاد مع أنظمة الإنذار المبكر	(4) فقرات
التحليلات التنبؤية المبنية على النماذج المناخية	(4) فقرات
البنية التحتية التقنية لإدارة البيانات الارصاد	(4) فقرات

القسم الثالث: المتغير التابع (إدارة المخاطر التشغيلية) — محور أحادي

سيتضمن هذا المحور (12) فقرة تقيس مستوى إدارة المخاطر التشغيلية في شركات التأمين من حيث: تحديد المخاطر، وتقييمها، والاستجابة لها، ومتابعتها ومراقبتها، ومدى فاعلية الإجراءات المتخذة للحد من الخسائر التشغيلية.

إجمالي فقرات الاستبانة: (٢٨) فقرة (بخلاف البيانات الديموغرافية)، وستُقاس جميع الفقرات باستخدام مقياس ليكرت الخماسي (موافق بشدة = ٥، موافق = ٤، محايد = ٣، غير موافق = ٢، غير موافق بشدة = ١).

الأساليب الإحصائية المستخدمة

سيتم تحليل البيانات باستخدام برنامج الحزم الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS v.28) بالاعتماد على الأساليب الإحصائية التالية:

أساليب وصفية: المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية والتكرارات والنسب المئوية لوصف خصائص العينة واتجاهات الاستجابات.

اختبارات الصدق والثبات: معامل ألفا كرونباخ (Cronbach's Alpha) للتحقق من ثبات أداة الدراسة، والصدق الظاهري من خلال عرض الاستبانة على مجموعة من المحكمين المتخصصين، وصدق الاتساق الداخلي من خلال معاملات ارتباط بيرسون بين كل فقرة ودرجة المحور الذي تنتمي إليه.

تحليل الارتباط: معامل ارتباط بيرسون (Pearson Correlation) لقياس قوة العلاقة واتجاهها بين المتغير المستقل بأبعاده والمتغير التابع.

تحليل الانحدار: الانحدار الخطي البسيط (Simple Linear Regression) لاختبار أثر كل بُعد من أبعاد المتغير المستقل على المتغير التابع بشكل منفرد، والانحدار الخطي المتعدد (Multiple Linear Regression) لاختبار الأثر المُجمَع للأبعاد الأربعة مجتمعة على إدارة المخاطر التشغيلية وتحديد الأهمية النسبية لكل بُعد.

اختبارات الفروق: اختبار (T-Test) لعينتين مستقلتين، وتحليل التباين الأحادي (One-Way ANOVA) مع اختبار المقارنات البعدية (Post Hoc - Scheffe/LSD) للكشف عن الفروق في استجابات أفراد العينة وفقاً للمتغيرات الديموغرافية.

اختبار التوزيع الطبيعي: اختبار كولموجوروف-سميرنوف (Kolmogorov-Smirnov) للتحقق من اعتدالية توزيع البيانات قبل تطبيق الاختبارات المعلمية.

معامل تضخم التباين (VIF) واختبار التحمل (Tolerance) للتحقق من عدم وجود ازدواج خطي (Multicollinearity) بين الأبعاد المستقلة في نموذج الانحدار المتعدد.

حدود الدراسة

الحدود الموضوعية: ستقتصر الدراسة على تحليل أثر توظيف البيانات الارصاد بأبعادها الأربعة (دقة التنبؤات الجوية وموثوقيتها - تكامل البيانات الارصاد مع أنظمة الإنذار المبكر - التحليلات التنبؤية المبنية على النماذج المناخية - البنية التحتية التقنية لإدارة البيانات الارصاد) على إدارة المخاطر التشغيلية، دون التطرق إلى أنواع المخاطر الأخرى كمخاطر الائتمان أو مخاطر السوق أو مخاطر السيولة.

الحدود المكانية: ستُطبَّق الدراسة الميدانية على شركات التأمين العاملة في السعودية .

الحدود الزمنية: سيتم إجراء الدراسة الميدانية خلال الفصل الدراسي الثاني ٢٠٢٦م.

الحدود البشرية: ستقتصر الدراسة على العاملين في إدارات المخاطر، والاكتتاب، والتعويضات، وتقنية المعلومات، والمراجعة الداخلية في شركات السعودية .

المراجع:

- أبو شقير، م. ع. (٢٠٢٠). استخدام تقنيات التنبؤات الجوية ودورها في إدارة الأزمات والكوارث: دراسة تطبيقية على قطاع غزة [رسالة ماجستير غير منشورة]. أكاديمية الإدارة والسياسة للدراسات العليا، فلسطين. <https://search.mandumah.com/Record/1030865>
- يوسف، أ. م. (٢٠٢٣). دور إدارة الأزمات في مواجهة الأزمات البيئية: دراسة تطبيقية على هيئة الإسعاف المصرية. مجلة علوم البيئة والمجتمع، ٨(٣)، ٢٨-١. https://jcese.journals.ekb.eg/article_299628.html
- خوجة، بوعبد الله، وعلمي، حسية. (٢٠٢٢). أثر مؤشرات المخاطر الرئيسية على المخاطر التشغيلية بالتطبيق على شركات التأمين الجزائرية. مجلة الحوكمة والمسؤولية الاجتماعية والتنمية المستدامة، ٤(١)، ١٥-١٨. <https://asjp.cerist.dz/en/article/18363736-15>
- مسعود، أحمد سعد أحمد، وشهاب، سمية محمد أحمد. (٢٠٢٤). الحوكمة المصرفية ودورها في الحد من المخاطر التشغيلية: دراسة تطبيقية على المصرف التجاري الوطني. مجلة جامعة الزاوية - العلوم الاقتصادية والسياسية، ٦(٢)، ٢٤-١. <https://www.azujournal.com/index.php/azujournal/article/view/271>
- أبو المليح، إسماعيل خير الله، وعلي، الصادق محمد آدم، وأحمد، عبد الرحيم محجوب. (٢٠٢٥). المراجعة المستمرة ودورها في تقليل مخاطر التشغيل الإلكتروني: دراسة ميدانية على شركات التأمين بسوق الخرطوم للأوراق المالية. مجلة العلوم الإنسانية والطبيعية، ٦(٥)، ٣٥٤-٣٥١. <https://doi.org/10.53796/hnsj65/25371>
- وهدان، عمر فهد محمد. (٢٠٢٤). أثر التدقيق الداخلي في الحد من المخاطر التشغيلية في البنوك الإسلامية العاملة في فلسطين [رسالة ماجستير غير منشورة]. الجامعة العربية الأمريكية، فلسطين. <https://repository.aaup.edu/jspui/handle/123456789/2115>
- الكلش، عبد الملك محمد محمد. (٢٠٢٥). إدارة المخاطر في القطاع المصرفي: دراسة شاملة للمخاطر المالية وغير المالية. مجلة كلية الاقتصاد والعلوم الإدارية - جامعة نينوى، ٤(٢)، ٢٢٠-٢٤٥. <https://nejfb.edu.iq/index.php/ejfb/article/view/602>

-
-
- Sanford, A. D., Moosa, I. A., & Spencer, B. F. (2022). The role of data analytics within operational risk management: A systematic review from the financial services and energy sectors. *Journal of the Operational Research Society*, 73(11), 2507–2543. <https://doi.org/10.1080/01605682.2022.2041373>
 - Cornwell, N., Bilson, C., Gepp, A., Stern, S., & Vanstone, B. J. (2023). Modernising operational risk management in financial institutions via data-driven causal factors analysis: A pre-registered study. *Pacific-Basin Finance Journal*, 79, 101995. <https://doi.org/10.1016/j.pacfin.2023.101995>
 - Yin, Q., Wang, Y., Song, D., Lai, F., Collins, B., & Guo, H. (2024). The impact of digitalization on operational risk: An organizational information processing perspective. *International Journal of Production Economics*, 276, 109369. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2024.109369>
 - Mahembe, W., & Mutezo, A. T. (2025). Operational risk management during disasters: A case of South African tourism SMEs. *Jàmbá: Journal of Disaster Risk Studies*, 17(1), Article a1761. <https://doi.org/10.4102/jamba.v17i1.1761>
 - Kočišová, K., & Mišanková, M. (2023). Management of operational risk in the context of financial performance of SMEs. *Systems*, 11(8), Article 408. <https://doi.org/10.3390/systems11080408>
 - Adland, R., Jia, H., Lode, T., & Skontorp, J. (2021). The value of meteorological data in marine risk assessment. *Reliability Engineering*

& *System Safety*, 209, 107480.
<https://doi.org/10.1016/j.ress.2021.107480>

- Potter, S. H., Harrison, S. E., Kreft, P., Sprague, S., & Coomer, M. (2021). The benefits and challenges of implementing impact-based severe weather warning systems: Perspectives from New Zealand and beyond. *Weather, Climate, and Society*, 13(2), 303–314.
<https://doi.org/10.1175/WCAS-D-20-0110.1>
- Parisse, B., Pontrandolfi, A., Ferrara, C., Epifani, C., Ruggieri, S., Togna, A., & De Natale, F. (2024). An agro-meteorological hazard analysis for risk management in a Mediterranean region (Campania, Southern Italy). *Theoretical and Applied Climatology*, 155, 3423–3440.
<https://doi.org/10.1007/s00704-024-04878-x>
- Zhang, Y., Li, J., & Wang, X. (2022). Meteorological risk assessment of major activities based on risk matrix. *Chinese Journal of Atmospheric Sciences*, 46(5), 1171–1184.
<https://doi.org/10.13878/j.cnki.dqkxxb.20220207001>
- Deng, Y., Li, M., Chen, Z., & Zhang, T. (2025). A deep learning-based meteorological factors forecast and dynamic risk assessment approach for built cultural heritage. *Heritage Science*, 13, Article 38.
<https://doi.org/10.1186/s40494-025-02038-6>

Mid Ocean University

College of Management

Department of business administration



**The Impact of Using Meteorological Data in Risk Management
on Reducing Operational Risks: A Field Study on
Meteorological Centers in the Kingdom of Saudi Arabia**

Prepared by:

Supervision:

Dr. Al-Faisal Abdelhamid Mohamed Hassan

Dr. Fayez Jarad

1447-2026